

哈爾濱工業大學

畢業設計（論文）中期報告

題 目：基於邁克爾遜干涉儀的位移測量

專 業 測控技術與儀器

學 生 馬清源

學 號 180220214

班 號 1802202

指導教師 任秀雲

日 期 2022 年 4 月 27 日

1. 论文工作是否按预期进行、目前已完成的研究工作及结果

1.1 论文工作是否按预期进行

设计框图分为迈克尔逊干涉仪和数据处理框图两部分。目前设计已经完成，正在进行实物测试。

论文工作按预期进行。

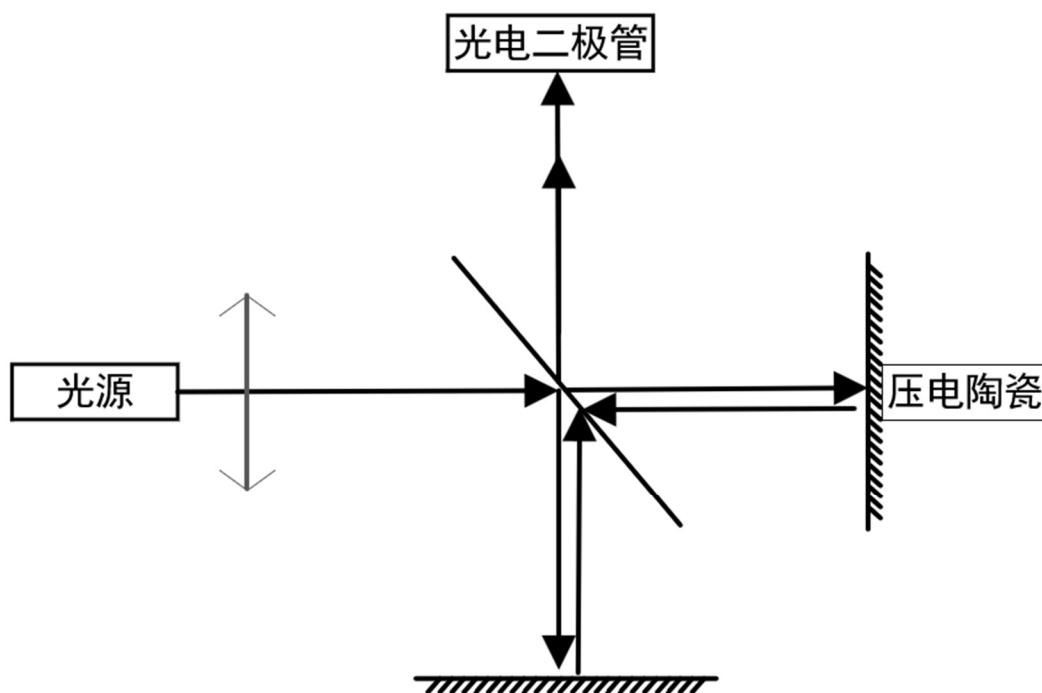


图1 迈克尔逊干涉仪原理图

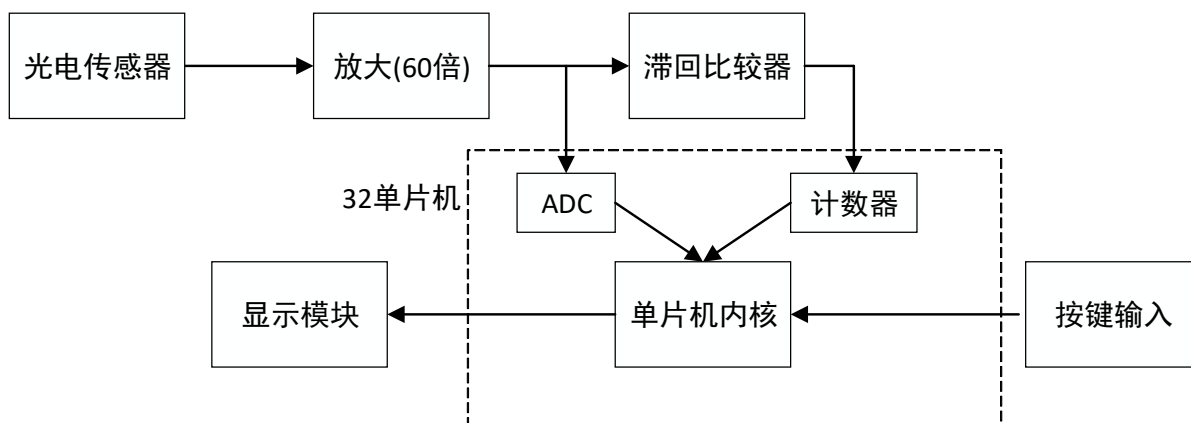


图2 信号处理部分

1.2 目前已完成的研究工作及结果

1. 完成迈克尔逊干涉仪的搭建

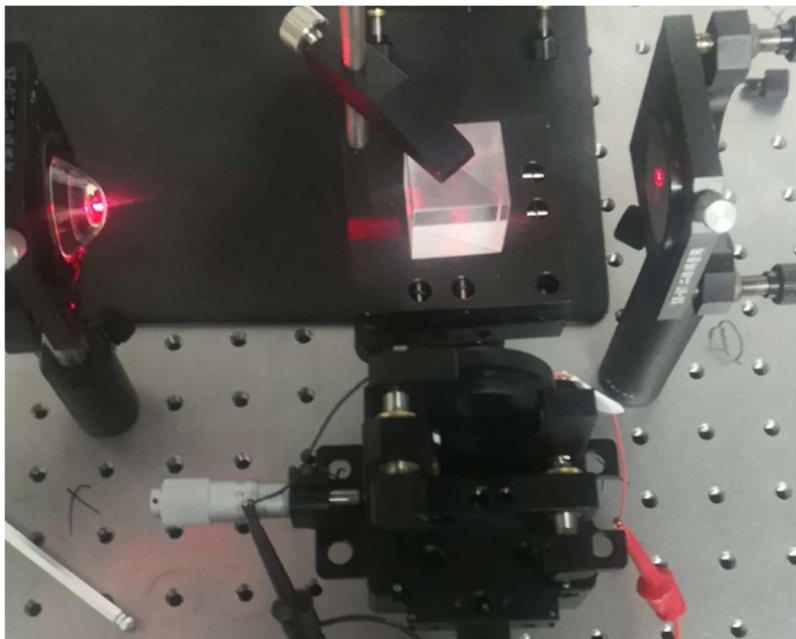


图 2 迈克尔逊干涉仪实物图



图 3 迈克尔逊干涉仪图样

2. 芯片与传感器的选择

光电二极管选用 SFH203P，运算放大器选用常用的 LM324N，单片机选用带有许多片上外设且价格较为便宜的 STM32F103C6T6。

3. 放大比较部分电路仿真

计数部分与模拟数字信号转换部分直接使用 STM32F103 单片机上的定时器（计数器）模块，使用实物测试，无需仿真，需要仿真的仅有前置放大与滤波比较部分。

下图为放大电路与滞回比较器仿真。光电传感器信号使用 $0 - 10\mu\text{A}$ 正弦电流源代替。U1:B 放大器用于 I-U 转换电路，同时对信号进行放大。U1:A 放大器用于滞回比较，将放大后的正弦波转化为方波。下图示波器中黄色信号为放大前信号（转化为电压），绿色为放大后信号，蓝色为经过滞回比较器之后的信号。

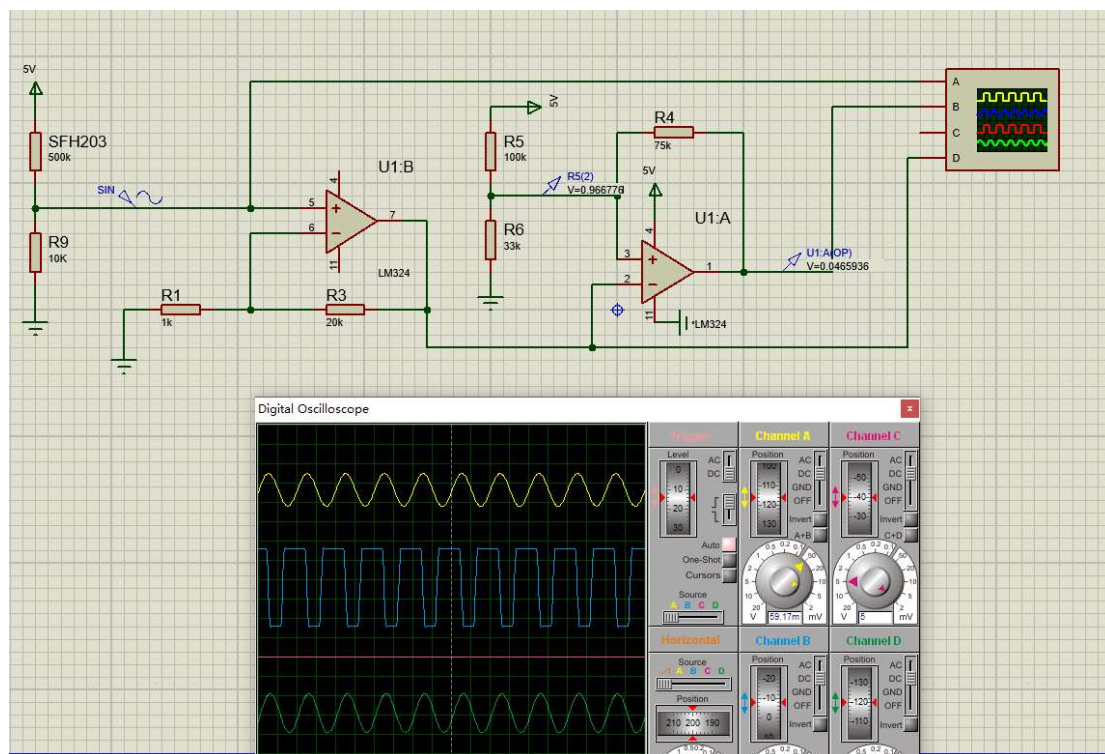


图 4 放大部分与滞回比较器仿真

4. 计数部分原理

STM32 单片机的计数器有编码器接口模式，使用该模式对两路信号计数即可得到当前的位移，且无需知道当前的运动方向，下图为该计数方式计数效果，其中 TI1 与 TI2 为两路输入信号。

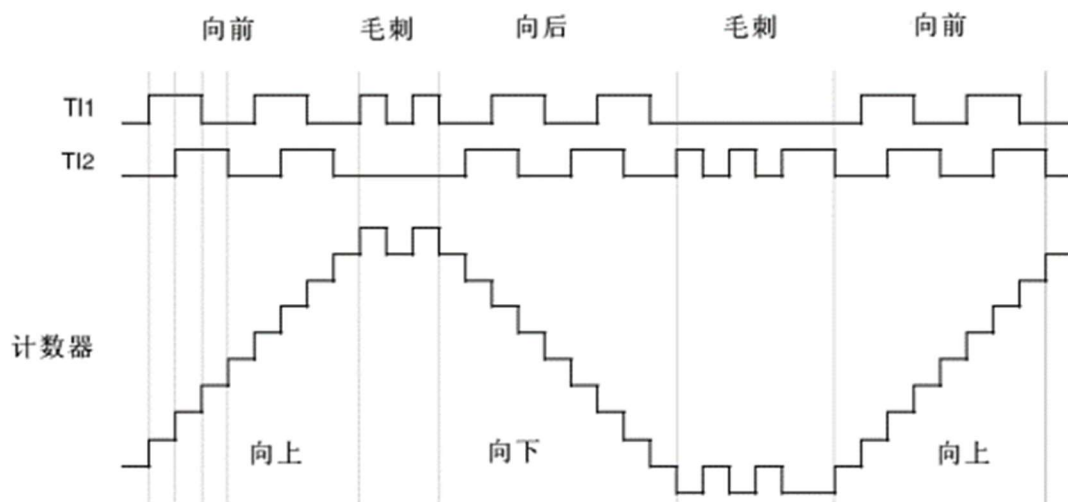


图 5 计数器计数方式

5. PCB 设计

在 PCB 设计中，加入了 5V, 3.3V 指示灯，足够多的冗余按键。为了方便固定板子位置，加入了三个 6.1mm 孔，用于将 PCB 固定在光学平台上。同时将光电二极管放置在固定孔所在的直线上，方便调整干涉条纹中心到光电二极管上。

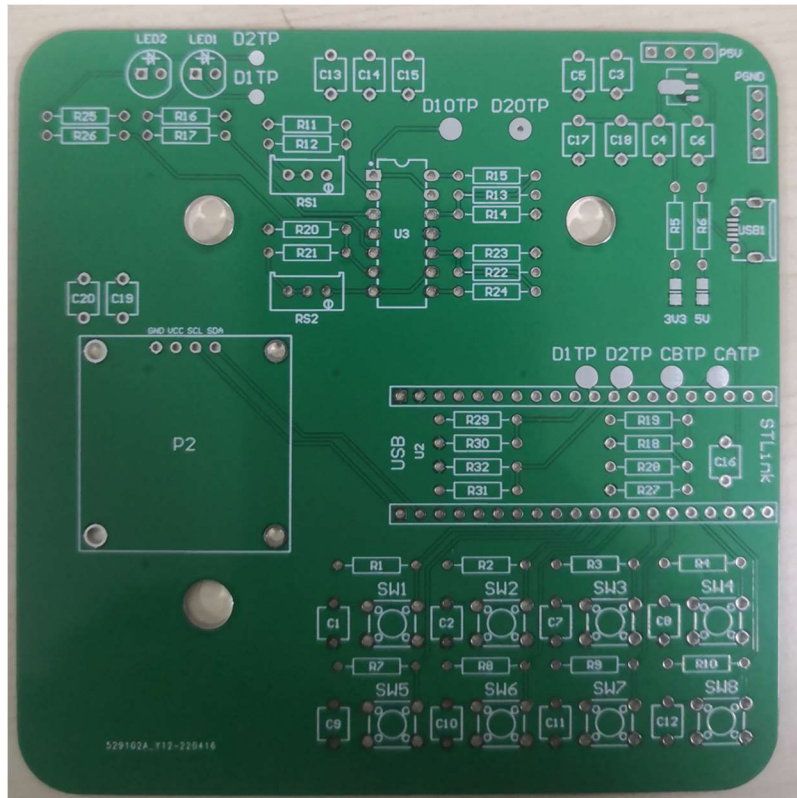


图 8 PCB 板实物

5. PCB 部分焊接



图 8 PCB 板焊接实物

6. 实物测试

经过测试，目前环境光和震动造成的信号变化较大，影响测量，等待后续改进。

2. 后期拟完成的研究工作及进度安排

2.1 后期拟完成的研究工作

通过对放大后/放大前信号进行滤波或其他处理，减少干扰信号的影响。在暗光无人环境下完成干涉条纹的自动测量的测试至少一次。

2.2 后期进度安排

五月中旬左右完成实物的制作。

3. 存在的问题与困难

已知存在的问题有两个。其一为输入信号较小，装置可能收到许多因素的干扰，例如在光学平台附近走动就会造成干涉条纹的震动，进而可能影响到计数。激光电源也存在波动，导致即使条纹没有变化时接收信号也会有变化。通过示波器观察放大后信号，发现干涉条纹不变时信号也会有较大范围的波动。

其二为每次测试实物都需要重新调整干涉仪和光电二极管的位置，在把一个光电二极管的位置调整到干涉图样中心后，很难把另一个光电二极管调整到和第一个光电二极管相位差 90° 的位置上，而且每次移动都可能需要调整放大倍数和滞回比较器的阈值。

4. 论文按时完成的可能性

论文可以按时完成。

5. 参考文献

- [1] 王斌. 差动式迈克尔逊干涉纳米位移测量方法研究[D]. 浙江理工大学, 2015
- [2] 周森. 基于共线光外差的微位移测量系统研究与应用[D]. 中北大学, 2021
- [3] 刘建静. 迈克尔孙干涉仪的应用研究[J]. 物理通报, 2015
- [4] 王冬. 用于微位移测量的迈克尔逊激光干涉仪综述[J]. 计量学报, 2021
- [5] 陈泽远. 基于电容法的微位移测量系统[D]. 湖北工业大学, 2020
- [6] 李祺. 基于迈克尔逊干涉的风速测量系统的设计[D]. 南京信息工程大学, 2018
- [7] 林澎, 孙荣敏. 基于迈克尔逊干涉仪的阵列角锥棱镜位移测量系统的研究[J]. 轻工科技, 2016, 32(11): 49-50+59.
- [8] 乔亮. 迈克尔逊干涉实验的仿真研究[J]. 重庆三峡学院学报, 2015, 31(03): 50-52
- [9] 赵宏波. 光栅干涉型微位移测量系统关键技术研究[D]. 中北大学, 2020.

- [10] 金锋, 卢杨, 王文松, 张玉平. 光栅四倍频细分电路模块的分析与设计[J]. 北京理工大学学报, 2006(12):1073-1076.
- [11] Pengfei Li, Haitao Yan, Haojie Zhang. Highly sensitive liquid level sensor based on an optical fiber Michelson interferometer with core-offset structure[J]. Optik, 2018
- [12] Wentao Zhang, Yulin Wang, Hao Du, Qilin Zeng, Xianming Xiong. High-precision displacement measurement model for the grating interferometer system[J]. Optical Engineering, 2020
- [13] Ghazinoory S, Divsalar A, Soofi A S. A new definition and framework for the development of a national technology strategy: The case of nanotechnology for Iran[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2009, 76(6):835-848
- [14] Macoubrie J. Nanotechnology: public concerns, reasoning and trust in government[J]. Public Understanding of Science, 2006, 15(2): 221-241.
- [15] Radhakrishnan V. Effect of stylus radius on the roughness values measured with tracing stylus instruments[J]. Wear, 1970, 16(5): 325-335.